



PATENT  
ATTORNEY DOCKET NO.: 046124-5287

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of:	)	
	)	
Seiichiro MIZUNO, et al.	)	
	)	
Application No.:10/821,272	)	Group Art Unit: Unassigned
	)	
Filed: April 9, 2004	)	Examiner: Unassigned
	)	
For: LIGHT EMITTING ELEMENT DRIVING )	)	
CIRCUIT	)	

**MAIL STOP MISSING PARTS**

Commissioner for Patents  
Arlington, VA 22202

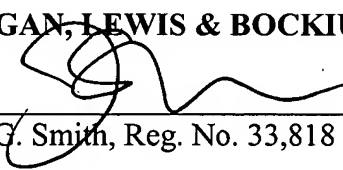
**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS**

Under the provisions of 35 U.S.C. §119, Applicants hereby claim the benefit of the filing date of Japanese Patent Application Nos. 2002-076858 filed March 19, 2002 and 2001-314405 filed October 11, 2001 for the above-identified United States Patent Application.

In support of Applicants' claim for priority, filed herewith are certified copies of the Japanese applications.

Respectfully submitted,

**MORGAN, LEWIS & BOCKIUS LLP**

  
\_\_\_\_\_  
John G. Smith, Reg. No. 33,818

Dated: June 25, 2004

**MORGAN, LEWIS & BOCKIUS LLP**

**Customer No. 009629**

1111 Pennsylvania Avenue, N.W.

Washington, D.C. 20004

(202)739-3000

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年    3 月 1 9 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 0 7 6 8 5 8  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 0 7 6 8 5 8 ]

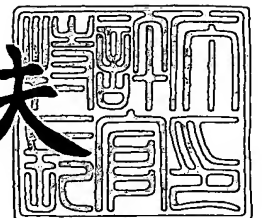
出      願      人                      浜 松 ホ ト ニ ク ス 株 式 会 社  
Applicant(s):



2 0 0 4 年    5 月 2 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 0 4 5 4 4 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 2002-0117

【提出日】 平成14年 3月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 3/096

【発明者】

    【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

    【氏名】 水野 誠一郎

【発明者】

    【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

    【氏名】 鈴木 高志

【発明者】

    【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

    【氏名】 高 哲也

【特許出願人】

    【識別番号】 000236436

    【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100088155

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

    【識別番号】 100089978

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 塩田 辰也

**【選任した代理人】****【識別番号】** 100092657**【弁理士】****【氏名又は名称】** 寺崎 史朗**【先の出願に基づく優先権主張】****【出願番号】** 特願2001-314405**【出願日】** 平成13年10月11日**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 014708**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 0107230**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光素子駆動回路

【特許請求の範囲】

【請求項1】 2つの並列ラインを有するカレントミラー回路の前記ラインの一方に接続された発光素子に駆動電流を供給する発光素子駆動回路において、  
前記ラインの他方にパルス電流が流れるように接続されたパルス発生回路と、  
前記パルス電流の立ち上がり時に同期して前記パルス電流に第1補助パルス電流を重畳する重畳手段とを備えることを特徴とする発光素子駆動回路。

【請求項2】 前記パルス発生回路は前記ラインの他方に直列接続されたスイッチを制御するパルス電圧を発生することを特徴とする請求項1に記載の発光素子駆動回路。

【請求項3】 前記重畳手段は、前記パルス発生回路から出力されたパルス電圧を微分し前記ラインの他方に入力する微分回路を備え、前記第1補助パルス電流は前記微分回路の出力に応じて発生することを特徴とする請求項2に記載の発光素子駆動回路。

【請求項4】 前記ラインの他方の下流側は当該ラインを流れる電流を規定する電流源に接続されていることを特徴とする請求項1に記載の発光素子駆動回路。

【請求項5】 前記重畳手段は、前記パルス電圧の立ち上がり時に同期して1つのショットパルス電圧を出力するワンショット回路と、前記ショットパルス電圧が入力される制御端子を有し前記ラインの他方の下流側に接続されたトランジスタとを備えることを特徴とする請求項2に記載の発光素子駆動回路。

【請求項6】 前記ラインの他方の下流側は分岐しており、分岐したラインの一方はこのラインを流れる電流を規定する第1トランジスタに接続されており、

前記重畳手段は、前記パルス電圧の立ち上がり時に同期して1つのショットパルス電圧を出力するワンショット回路と、前記ショットパルス電圧が入力される制御端子を有し前記分岐したラインの他方の下流側に接続された第2トランジスタとを備え、

前記第2トランジスタの下流側には該第2トランジスタを流れる電流を規定する第3トランジスタが接続されており、

前記第1及び第3トランジスタの制御端子は互いに接続されていることを特徴とする請求項2に記載の発光素子駆動回路。

【請求項7】 前記重畳手段は、前記パルス電流の立ち下がり時に同期して前記パルス電流に第2補助パルス電流を重畳することを特徴とする請求項1に記載の発光素子駆動回路。

【請求項8】 前記カレントミラー回路の前記ラインの一方にソースホロア回路を接続したことを特徴とする請求項1に記載の発光素子駆動回路。

【請求項9】 2つの並列ラインを有するカレントミラー回路の前記ラインの一方に接続された発光素子に駆動電流を供給する発光素子駆動回路において、前記ラインの他方にパルス電流が流れるように接続されたパルス発生回路と、前記パルス電流の立ち下がり時に同期して前記パルス電流に補助パルス電流を重畳する重畳手段とを備えることを特徴とする発光素子駆動回路。

【請求項10】 前記カレントミラー回路の前記ラインの前記一方に接続されたソースホロア回路と、前記ソースホロア回路を流れる電流が前記カレントミラー回路の前記他方を流れる電流に略比例するように設定する電流設定回路とを備えたことを特徴とする請求項1又は9に記載の発光素子駆動回路。

【請求項11】 前記電流設定回路は前記カレントミラー回路の前記他方のラインに設けられた電流制御用のトランジスタを有し、このトランジスタの制御端子への入力によって前記ソースホロワ回路へ電流を供給する電流源が制御されるように、このトランジスタと前記ソースホロワ回路とを接続したことを特徴とする請求項10に記載の発光素子駆動回路。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、発光素子駆動回路に関する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

レーザダイオード等の発光素子を駆動してCD-RやCD-RW等の記憶媒体に情報を書き込むことが行われている。この書き込み時間を短くするためには、発光素子を駆動させるパルス幅を短くしなくてはならない。

### 【0003】

#### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、発光素子を駆動させるパルス幅を短くすると、これに応じて単位時間当たりに記憶媒体の所定箇所に照射される光量は小さくなる。したがって、高速パルス駆動を行うためには単位時間当たりの発光強度を上げる必要がある。

### 【0004】

発光強度を増加させるためには発光素子の駆動電流を増加させればよいが、この場合には大きなサイズのトランジスタや配線等が必要とされ、駆動回路内の寄生容量が増加する。寄生容量の増加に伴ってパルスの立ち上がり時間或いは立下り時間が長くなり、実効的なパルス幅が広がってしまう。このように、かかる従来の発光素子駆動回路においては、発光素子の発光強度を高めた状態で高速駆動を行うには限界があった。

### 【0005】

もちろん、発光素子に予め微弱な直流電流を供給しておき、パルスの立ち上がり時間を短縮化する方法もあるが、このような方法は抜本的な改善にはならない。

### 【0006】

本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、発光素子の高速駆動を行うことが可能な発光素子駆動回路を提供することを目的とする。

### 【0007】

#### 【課題を解決するための手段】

上述の課題を解決するため、本発明に係る発光素子駆動回路は、2つの並列ラインを有するカレントミラー回路の前記ラインの一方に接続された発光素子に駆動電流を供給する発光素子駆動回路において、前記ラインの他方にパルス電流が流れるように接続されたパルス発生回路と、前記パルス電流の立ち上がり時に同

期して前記パルス電流に第1補助パルス電流を重畳する重畳手段とを備えることを特徴とする。

#### 【0008】

カレントミラー回路は、2つのトランジスタからなり、2つの並列ラインを有することが知られている。一方のラインを流れる電流の大きさは、定常状態では、他方のラインを流れる電流の大きさに一致又は比例する。したがって、他方のラインに流れる電流の大きさを制御すると、一方のラインに接続された発光素子を流れる電流の大きさが制御できる。

#### 【0009】

トランジスタの制御端子に所定電圧を印加すると、すなわち、バイポーラトランジスタにおいてはベース／エミッタ間に、電界効果トランジスタにおいてはソース／ゲート間に所定電圧を印加すると、他方のラインに接続されたトランジスタに電流が流れ、これに応じて一方のトランジスタに比例電流が流れ、したがって、発光素子に駆動電流が供給される。

#### 【0010】

パルス発生回路によって他方のラインにパルス電流を流すと、一方のラインに接続された発光素子にパルス電流が供給され、当該発光素子が発光する。本駆動回路においては、重畳手段がパルス電流の立ち上がり時に同期して当該パルス電流に第1補助パルス電流を重畳する。カレントミラー回路の他方のラインにはパルス電流に加えて第1補助パルス電流が流れることとなるので、カレントミラー回路を構成しているトランジスタのゲート／ソース間電圧を急速に充電する。したがって、カレントミラー回路の一方のラインに流れる電流は急速に立ちあがる。この電流が発光素子にも供給され、急峻な立ち上がりの発光が行われることとなる。

#### 【0011】

パルス発生回路はカレントミラー回路のラインの他方にパルス電流が流れるように接続されているが、この接続や構成としては種々のものが考えられる。1つの好適な例として、パルス発生回路がカレントミラー回路のラインの他方に直列接続されたスイッチを制御するパルス電圧を発生する構成が挙げられる。この場



合、パルス電圧によって当該スイッチがオン・オフされるため、このスイッチングによって他方のラインにはパルス電流が流れることとなる。

#### 【0012】

重畳手段も種々の構成が考えられる。1つの好適な構成として、重畳手段は、パルス発生回路から出力されたパルス電圧を微分しカレントミラー回路のラインの他方に入力する微分回路を備え、上述の第1補助パルス電流は当該微分回路の出力に応じて発生することを特徴とする。パルス電圧を微分すると、パルス電圧の立ち上がり時及び立下り時において、正及び負の出力電流が生じる。この電流がすなわち立ち上がり時の第1補助パルス電流となる。

#### 【0013】

本発明の発光素子駆動回路においては、カレントミラー回路のラインの他方の下流側は当該ラインを流れる電流を規定する電流源に接続されていることが好ましい。この場合、電流源による規制によって当該ラインを流れる電流の最大値が安定するので、発光素子の発光強度が安定する。

#### 【0014】

また、重畳手段の別の好適な構成として、重畳手段が前記パルス電圧の立ち上がり時に同期して1つのショットパルス電圧を出力するワンショット回路と、このショットパルス電圧が入力される制御端子を有しカレントミラー回路のラインの他方の下流側に接続されたトランジスタとを備える構成が挙げられる。パルス電圧の立ち上がり時においては、トランジスタの制御端子にショットパルス電圧が入力されるので、このショットパルス電圧に応じてトランジスタ内を第1補助パルス電流が流れ、これが上述のパルス電流に重畳される。

#### 【0015】

また、カレントミラー回路のラインの他方の下流側は分岐しており、分岐したラインの一方はこのラインを流れる電流を規定する第1トランジスタに接続されており、重畳手段は、前記パルス電圧の立ち上がり時に同期して1つのショットパルス電圧を出力するワンショット回路と、ショットパルス電圧が入力される制御端子を有し前記分岐したラインの他方の下流側に接続された第2トランジスタとを備え、第2トランジスタの下流側には第2トランジスタを流れる電流を規定す

る第3トランジスタが接続されており、第1及び第3トランジスタの制御端子は互いに接続されている構成が挙げられる。

#### 【0016】

第1及び第3トランジスタの制御端子は接続されているので、一方の制御端子に印加される電圧を変化させると、他方の制御端子に印加される電圧も比例して変化する。第1トランジスタはカレントミラー回路の他方のラインから分岐したラインを流れる電流、すなわち主たるパルス電流を規定し、第3トランジスタはショットパルス電圧によって生じる補助的付加電流、すなわち、第1補助パルス電流を規定しているので、主たるパルス電流と第1補助パルス電流は比例関係を保持しながら変化する。すなわち、本構成においては、駆動電流を増加させた場合においても、相対的に第1補助パルス電流が小さくならないようにされている。

#### 【0017】

重畳手段はパルス電流の立ち下がり時に同期してパルス電流に負の第2補助パルス電流を重畳することとしてもよく、この場合、駆動電流が急峻に立ち下がることとなる。

#### 【0018】

また、発光素子の高速駆動時には発振が生じやすいが、カレントミラー回路のラインの一方にソースホロア回路を接続すれば、駆動電流の変動による発振を抑制することができ、発光素子の高速駆動を安定して行うことができる。

#### 【0019】

また、2つの並列ラインを有するカレントミラー回路のラインの一方に接続された発光素子に駆動電流を供給する発光素子駆動回路において、ラインの他方にパルス電流が流れるように接続されたパルス発生回路と、パルス電流の立ち下がり時に同期してパルス電流に補助パルス電流を重畳する重畳手段とを備えることとすれば、駆動電流の立下り時間を高速化することができる。

#### 【0020】

また、本発明の発光素子駆動回路は、上記カレントミラー回路のラインの一方に接続されたソースホロア回路と、ソースホロア回路を流れる電流がカレントミ

ラー回路の他方を流れる電流に略比例するように設定する電流設定回路とを備えることが好ましい。この場合、電流設定回路において設定を行うだけで、発光素子にカレントミラー回路から供給される電流と、ソースホロワ回路から供給される電流とを略比例させることができる。すなわち、カレントミラー回路から発光素子に供給する電流が略零の場合には、ソースホロワ回路から発光素子に供給される電流も略零となる。

#### 【0021】

また、電流設定回路は、上記カレントミラー回路の他方のラインに設けられた電流制御用のトランジスタを有し、このトランジスタの制御端子への入力によってソースホロワ回路へ電流を供給する電流源が制御されるように、このトランジスタと前記ソースホロワ回路とを接続することが好ましい。この場合、回路の構成が簡易となる。

#### 【0022】

##### 【発明の実施の形態】

以下、実施の形態に係る発光素子駆動回路について説明する。なお、同一要素には同一符号を用い、重複する説明は省略する。

#### 【0023】

##### (第1実施形態)

図1は第1実施形態に係る発光素子駆動回路の回路図である。図2は回路内で発生する各種出力のタイミングチャートである。

#### 【0024】

この発光素子駆動回路は、2つの並列ライン1, 2を有するカレントミラー回路12を備えている。

#### 【0025】

カレントミラー回路12は、2つのトランジスタM1, M2からなり、2つの並列ライン1, 2を有することが知られている。一方のライン2を流れる電流の大きさは、定常的には他方のライン1を流れる電流の大きさに一致又は比例する。したがって、他方のライン1に流れる電流I1の大きさを制御すると、一方のライン2に接続された発光素子10を流れる電流I2の大きさが制御できる。

## 【0026】

本例におけるトランジスタM1, M2はPチャネル型のMOS電界効果トランジスタであるが、バイポーラトランジスタとすることもできる。

## 【0027】

トランジスタM1, M2の制御端子に所定電圧を印加すると、すなわち、バイポーラトランジスタにおいてはベース／エミッタ間に、電界効果トランジスタにおいてはソース／ゲート間に所定電圧を印加すると、他方のライン1に接続されたトランジスタM1に電流が流れ、これに応じて一方のトランジスタM2に比例電流が流れ、したがって、発光素子10に駆動電流が供給される。本例における発光素子10はレーザダイオードであるが、発光ダイオードを用いることもできる。

## 【0028】

本形態の発光素子駆動回路は、カレントミラー回路12の一方のライン2に接続された発光素子10に駆動電流I2を供給する発光素子駆動回路において、他方のライン1にパルス電流が流れるように接続されたパルス発生回路20と、このパルス電流の立ち上がり時に同期してパルス電流に第1補助パルス電流を、パルス電流の立ち下がり時に同期してパルス電流に第2補助パルス電流を重畳する重畳手段30とを備えている。なお、第1及び2補助パルス電流は、重畳前にライン1に流れている主たるパルス電流に関して、それぞれ順方向及び逆方向に流れる。

## 【0029】

パルス発生回路20によって他方のライン1にパルス電流を流すと、一方のライン2に接続された発光素子10にパルス電流が供給され、発光素子10が発光する。本駆動回路においては、重畳手段30がパルス電流の立ち上がり時に同期して当該パルス電流に第1補助パルス電流を、パルス電流の立ち下がり時に同期して当該パルス電流に第2補助パルス電流を重畳する。

## 【0030】

カレントミラー回路12の他方のライン1にはパルス電流に加えて第1補助パルス電流が流れることとなる。また、ライン1にはパルス電流に加えて逆方向の

第2補助パルス電流が流れることとなる。したがって、カレントミラー回路に使用されるトランジスタの制御端子の充電、放電が急峻に行われ、発光素子10を駆動する電流も急峻な立ち上がり、立ち下がりとなる。その結果、発光素子10も急峻な立ち上がり、立ち下がりの発光が行われることとなる。

#### 【0031】

パルス発生回路20はカレントミラー回路12のラインの他方1にパルス電流が流れるように接続されているが、この接続や構成としては種々のものが考えられる。

#### 【0032】

本実施形態においては、パルス発生回路20がカレントミラー回路12の他方のライン1に直列接続されたスイッチ（トランジスタ）Q1を制御するパルス電圧を発生している（図2（a））。

#### 【0033】

この場合、パルス電圧によって当該スイッチQ1がオン・オフされるため、このスイッチングによって他方のライン1にはパルス電流*i*1が流れることとなる（図2（b））。トランジスタM1のドレインとゲートは接続されている。電流が流れていない状態においては、ゲートの電位は電源電位V<sub>cc</sub>であり、スイッチQ1をオンした直後より、ライン1を流れるパルス電流によって、ゲートとソース間の容量が充電され、ゲートの電位はV<sub>cc</sub>よりも徐々に低下する。スイッチQ1をオフすると、逆の作用を奏して原則として電流が流れなくなる。

#### 【0034】

ここで、原則とは、スイッチQ1がオフ状態であっても、微弱直流電流が流れるようなトランジスタを採用することもでき、また、スイッチQ1はトランジスタであるので、この制御端子に所定の微弱直流電圧を印加しておくことで、スイッチQ1がオフ状態であっても、微弱直流電流を流すことができるという意味である。

#### 【0035】

重畳手段30も種々の構成が考えられる。

#### 【0036】

本実施形態においては、重畳手段 30 は、パルス発生回路 20 から出力されたパルス電圧を微分しカレントミラー回路 12 の他方のライン 1 に入力する微分回路であり、上述の第 1 補助パルス電流は当該微分回路の出力に応じて発生する。微分回路 30 は、入出力間にキャパシタ C を備えており、キャパシタ C による充放電と、キャパシタ C の出力側に接続された適当な抵抗によって、微分動作が行われる。

#### 【0037】

本実施形態においては、パルス発生回路 20 の出力は波形整形回路 40 によって波形整形された後、容量 C に入力される。本例の波形整形回路 40 は反転増幅回路であって、重畳時の補助パルス電流のレベルと極性を所望の状態に変換している。微分回路 30 はカレントミラー回路との節点の下流側に抵抗を備えることができるが、実質的にはこのような抵抗の機能は当該節点の下流側に位置するトランジスタが担っている。

#### 【0038】

パルス発生回路 20 から出力されたパルス電圧を微分回路 30 によって微分すると、パルス電圧の立ち上がり時及び立下り時において、正及び負の電流が生じる。この立ち上がり時の電流がすなわち、第 1 補助パルス電流  $\Delta i_F$  であり、立ち下がり時の負の第 2 補助パルス電流  $\Delta i_R$  である。なお、図 2 (b) は、これらの補助パルス電流をトランジスタ M1, M2 のゲートへの充電電流として示したタイミングチャートである。

#### 【0039】

これらの補助パルス電流  $\Delta i_F$ ,  $\Delta i_R$  が、パルス電流  $i_1$  の立ち上がり時及び立下り時に同期して、それぞれパルス電流  $i_1$  に重畳されるので、パルス電流  $I_1$  の立ち上がり及び立下り時間は短くなる。駆動電流  $I_2$  は図 2 (c) に示され、ライン 1 を流れる入力電流  $I_1$  に比例するので、駆動電流  $I_2$  の立ち上がり及び立下り時間は短くなる。すなわち、重畳手段 30 はパルス電流の立ち下がり時に同期してパルス電流に第 2 補助パルス電流  $\Delta i_R$  を重畳するので、駆動電流  $I_2$  が急峻に立ち下がることとなる。

#### 【0040】

なお、発光素子 10 の光出力は、発光素子 10 自体の時定数によって駆動電流  $I_2$  よりは波形が若干なまるが、それでも、このような上述の重畳を行わない場合の光出力  $p_1$  と比較して、重畳を行った場合の光出力  $P_1$  の波形の立ち上がり及び立下り時間は短くなる（図 2（d））。

#### 【0041】

カレントミラー回路 12 の他方のライン 1 の下流側は、当該ラインを流れる電流を規定する電流源  $CS_1$  に接続されている。この場合、電流源  $CS_1$  による電流規制によって、当該ライン 1 を流れる電流  $I_1$  の定常値が安定するので、結果的には発光素子 10 の発光強度が安定することとなる。

#### 【0042】

この電流源  $CS_1$  は、スイッチ  $Q_1$  とグランドとの間に接続されたトランジスタ  $CSQ_1$  と、トランジスタ  $CSQ_1$  の制御端子に接続された電圧源  $VR$  とを備える。トランジスタ  $CSQ_1$  は N チャネル型の MOS 電界効果トランジスタであり、これはソース接地とされている。この制御端子はゲートであるから、ゲート／ソース間電圧を電圧源  $VR$  によって所定値に固定すれば、トランジスタのドレイン／ソース間には、一定の電流が流れることとなる。なお、この所定値は可変とすることもできる。

#### 【0043】

（第 2 実施形態）

図 3 は第 2 実施形態に係る発光素子駆動回路の回路図である。図 4 は回路内で発生する各種出力のタイミングチャートである。この回路は、第 1 実施形態の回路と比較して、重畳手段 30 の構成のみが異なる。本実施形態の重畳手段 30 は、パルス発生回路 20 から出力されるパルス電圧の立ち上がり時に同期して 1 つのショットパルス電圧を出力するワンショット回路 31 と、このショットパルス電圧が入力される制御端子を有しカレントミラー回路 12 の他方のライン 1 の下流側に接続されたトランジスタ 32 とを備えている。

#### 【0044】

パルス電圧（図 4（a））の立ち上がり時においては、トランジスタ 32 の制御端子にショットパルス電圧が入力されるので、このショットパルス電圧に応じ

てトランジスタ内を第1補助パルス電流 $\Delta i_F$ が流れ、これが上述のパルス電流に重畳される。なお、図4 (b) は、この補助パルス電流 $\Delta i_F$ とパルス電流との和をトランジスタM1, M2のゲートへの充電電流として示したタイミングチャートである。

#### 【0045】

ショットパルス電流を重畳する効果により、ショットパルス電流の重畳がないものと比べて、トランジスタM1, M2のゲートの容量は素早く充電される。その結果、駆動電流 $I_2$ がすばやく立ち上がるので、駆動電流に従い、発光素子10の光出力 $P_1$ は、上述の重畳を行わない場合の光出力 $p_1$ と比較して、波形の立ち上がり時間が短くなる(図4 (d))。発光素子10自体の時定数によって発光波形が多少なまることを考慮して、ショットパルス電流の効果により、駆動電流 $I_2$ は図4 (c) のように、重畳前の駆動電流 $i_2$ よりも強調されていると、発光波形としては更により場合がある。

#### 【0046】

図5は入力パルス電圧の立ち上がり時にショットパルス電圧を出力するワンショット回路31の具体的な回路図である。

#### 【0047】

入力側から幾つかの反転増幅回路NOTが直列接続されており、この経路の途中にキャパシタC1が並列に挿入され、反転増幅回路NOTの最終端にNOR回路が設けられている。Hをハイレベル信号、Lをローレベル信号とする。NOR回路は、少なくとも1つの入力端子に「H」が入力されたときに「L」を出力する回路、すなわち、双方の入力端子に「L」が入力されたときにのみ「H」を出力する回路である。

#### 【0048】

NOR回路の入力について考えると、入力パルス電圧の立ち上がり時(LからH)においては、初段の反転回路NOTによってNOR回路への一方の入力は「HからL」となり、この入力前のNOR回路の他方の入力も「L」であるので、NOR回路からは「H」が一瞬出力される。キャパシタC1の充電が始まると、NOR回路への他方の入力が「H」となるので、NOR回路の出力は「L」とな



る。このように、ワンショット回路 31 は一瞬だけ、「H」のパルス電圧を出力する。

#### 【0049】

なお、図 3 に示した回路においては、スイッチ Q1 の上流側にトランジスタ 32 を接続したが、これはスイッチ Q1 の下流側、すなわち、節点 A に接続してもよい。

#### 【0050】

##### (第 3 実施形態)

図 6 は第 3 実施形態に係る発光素子駆動回路の回路図である。図 7 は回路内で発生する各種出力のタイミングチャートである。この回路は、第 2 実施形態の重畳手段 30 のトランジスタ 32 の下流側に電流源（トランジスタ CSQ2）を設けたものである。

#### 【0051】

すなわち、カレントミラー回路 12 の他方のライン 1 の下流側は分岐しており、分岐したラインの一方 1a はこのライン 1a を流れる電流を規定する第 1 トランジスタ CSQ1（電流源）に接続されており、重畳手段 30 は、パルス発生回路 20 から出力されるパルス電圧の立ち上がり時に同期して 1 つのショットパルス電圧を出力するワンショット回路 31 と、このショットパルス電圧が入力される制御端子を有し前記分岐したラインの他方（1b）の下流側に接続された第 2 トランジスタ 32 とを備え、第 2 トランジスタ 32 の下流側には第 2 トランジスタ 32 を流れる電流を規定する第 3 トランジスタ CSQ2 が接続されており、第 1 及び第 3 トランジスタ CSQ1, CSQ2 の制御端子（ゲート）は互いに接続されている。

#### 【0052】

第 1 及び第 3 トランジスタ CSQ1, CSQ2 の制御端子は接続されているので、電圧源 VR から一方の制御端子に印加される電圧を変化させると、他方の制御端子に印加される電圧も比例して変化する。第 1 トランジスタ CSQ1 はカレントミラー回路 12 の他方のライン 1 から分岐したライン 1a を流れる電流、すなわち主たるパルス電流を規定し、第 3 トランジスタ CSQ2 はショットパルス

電圧によって生じる補助的付加電流、すなわち、第1補助パルス電流を規定しているので、主たるパルス電流と第1補助パルス電流は比例関係を保持しながら変化する。すなわち、本構成においては、駆動電流  $I_2$  を増加させた場合においても、相対的に第1補助パルス電流が小さくならないようにされている。以下、詳説する。

#### 【0053】

図7(a), 図7(a')はパルス発生回路20の出力電圧、図7(b)は第1実施形態におけるM1, M2ゲート充電電流、図7(b')は第3実施形態におけるM1, M2ゲート充電電流、図7(c)は第1実施形態における駆動電流  $I_2$ 、図7(c')は第3実施形態における駆動電流  $I_2$ 、図7(d)は第1実施形態における光出力、図7(d')は第3実施形態における光出力のタイミングチャートを示す。

#### 【0054】

第1実施形態の構成では、補助パルス電流の絶対値は不変であるため、主たるパルス電流を増加させると、相対的に補助パルス電流の寄与率が低下する。この場合、駆動電流  $I_2$  を低く設定している場合と比較して、駆動電流  $I_2$  の立ち上がり時間は相対的に長くなる。当然のことながら、光出力の立ち上がり時間も相対的に長くなる。

#### 【0055】

一方、第3実施形態の構成では、補助パルス電流は主たるパルス電流に比例して増加するため、主たるパルス電流を増加させても補助パルス電流は駆動電流  $I_2$  に同様に寄与する。したがって、駆動電流  $I_2$  を高く設定していても、駆動電流  $I_2$  の立ち上がり時間は短いままであり、光出力の立ち上がり時間も短いままとなる。

#### 【0056】

なお、本実施形態においては、電圧源VRは可変電圧源とする。これにより、必要に応じて駆動電流  $I_2$  の大きさを切り替えることができる。例えば、CD-Rへの高速情報書き込み時には駆動電流  $I_2$  を増加させ、低速情報書き込み時には駆動電流  $I_2$  を減少させる。

**【0057】****(第4実施形態)**

図8は第4実施形態に係る発光素子駆動回路の回路図である。この回路は、第1実施形態の重畳手段30に第3実施形態の重畳手段30を付加し、全体として新たな重畳手段30としたものである。他の構成は第3実施形態のものと同一である。

**【0058】**

図9(a)はパルス発生回路20の出力電圧、図9(b)はM1, M2ゲート充電電流、図9(c)はLDの駆動電流 $i_2$ ,  $I_2$ 、図9(d)は重畳前後の光出力 $p_1$ ,  $P_1$ のタイミングチャートを示す。

**【0059】**

第3実施形態の駆動回路と比較して、第1実施形態の重畳手段30による効果、すなわち、パルス電流の立ち上がり時及び立下り時間を短縮化の効果が加算されており、高速に発光素子10を駆動することができる。

**【0060】****(第5実施形態)**

図10は第5実施形態に係る発光素子駆動回路の回路図である。この回路は、第4実施形態の駆動回路において、発光素子10の上流側にソースホロワ回路50を付加したものである。

**【0061】**

ソースホロワ回路50は、電流源51の下流側に接続されたPチャネルMOS電界効果トランジスタ52と、電源電位 $V_{cc}$ とPチャネルMOS電界効果トランジスタ52のゲートとの間に接続されたNチャネルMOS電界効果トランジスタ53とを備えており、NチャネルMOS電界効果トランジスタ53のゲートはPチャネルMOS電界効果トランジスタ52のソースに接続されている。この回路においては、P及びNチャネルMOS電界効果トランジスタ52, 53それぞれのゲート／ソース間電圧が同一となっており、回路のQ値を制御できる。すなわち、適当な回路定数を用いてQ値を低く設定すれば、駆動電流に発振が生じにくい。

## 【0062】

図11は光出力のタイミングチャートである。パルス駆動を高速化させると（立上がり、立下り時間それぞれ1 ns程度）、当該駆動回路を内蔵してなるICの出力端子から発光素子10までの配線インダクタンスと出力端子容量との関係で、激しいリングング（発振）を起こしやすくなる（図11（a））。リングングがある状態では実用に足りないので、リングングを押さえるため、出力端子にスナバ（snubber）回路を付けるなどして、結局波形をなまらせざるを得ないと思われた（図11（b））。しかしながら、本実施形態においては、ソースホロワ回路50を付加することにより、非常に高速な立ち上り、立下りを実現しつつ、リングングのない理想的な出力波形を得ることができる（図11（c））。

## 【0063】

すなわち、発光素子10は、高速駆動時に発振が生じやすいものであるが、カレントミラー回路12の一方のライン2に、上述のソースホロワ回路50が接続されているので、駆動電流I2の変動による発振を抑制することができ、発光素子10の高速駆動を安定して行うことができる。電流源51からの直流電流は発光素子10に常に供給されている。

## 【0064】

なお、上述のいずれの実施形態においても、予め直流電流を発光素子10に供給し、応答特性を向上させることができる。

## 【0065】

（第6実施形態）

図12は第6実施形態に係る発光素子駆動回路の回路図である。本実施形態の発光素子駆動回路は第2実施形態に示した発光素子駆動回路と比較して、ワンショット回路31に代えてワンショット回路31aを用いた点異なる。ワンショット回路31aは主たるパルス電流の立下り時に1つのショットパルス電圧を出力する。このショットパルス電圧の入力に同期して、ライン1に流れる電流の実効的立下り時間が短縮する。

## 【0066】

この発光素子駆動回路は、トランジスタM1のドレインと電源電位Vccとの

間の電流量を制御するトランジスタ 32a を備えている。トランジスタ 32a は、P 型の MOS 電界効果トランジスタであり、そのゲートに入力されるローレベルの電圧によって導通する。

#### 【0067】

ショットパルス電圧のトランジスタ 32a の入力前にライン 1 を流れている主たるパルス電流の立下り時の一瞬だけ、トランジスタ 32a は ON となり、トランジスタ M1, M2 のゲート・ソース間容量の蓄積された電荷が急速に放電させ、駆動電流  $I_2$  が急速に低下する。すなわち、重畳前のパルス電流とは逆方向に流れる負の第 2 補助パルス電流  $\Delta i_R$  がトランジスタ 32a によって生成される。その結果、発光素子 10 への出力電流は急速に立ち下がり、光出力の立ち下がりも速くなる。この構成は上述の発光素子駆動回路と組み合わせることができる。

#### 【0068】

図 13 は、重畳前のパルス電流立下り時に 1 つのショットパルス電圧を出力するワンショット回路 31a の具体的な回路図である。ワンショット回路 31a の図 5 に示したワンショット回路 31 との相違点は、最終段の NOT 回路の出力が初段の NOT 回路の出力と共に NAND 回路に入力されている点である。1 つのパルス電圧がワンショット回路 31a に入力されると、その立下り時に同期して NAND 回路からローレベルの電圧が出力される。なお、この立下り時の応答特性を高速化する回路構成は、上述のいずれの実施形態の回路とも組み合わせることができる。

#### 【0069】

上述の図 13 に示した発光素子駆動回路ではソースホロワ回路を用いたが、以下では、ソースホロワ回路 50 を流れる電流を入力信号で制御する方法について説明する。

#### 【0070】

図 14 は従来から知られる基本ソースホロワ回路 50 の回路図である。図 10 に示したソースホロワ回路 50 はかかる回路である。定電流源  $i_1$  とすると、定電流源  $i_1$  を流れる電流は P-MOS 型のトランジスタ  $m_2$  を通ってグランドに

流れるが、この電流は、電源  $V_{dd}$  から N-MOS 型のトランジスタ  $m1$  を通って負荷  $10$  に供給される電流に比例することとなる。すなわち、P-MOS 型のトランジスタ  $m2$  のソースとゲート間電圧は、N-MOS 型のトランジスタのソースとゲート間電圧と等しいため、これらに流れる電流は比例し、且つ、このような回路を発光素子駆動回路に採用することで、 $Q$  値の変動は小さくなる。この場合、ソースホロワ回路  $50$  から発光素子  $10$  に供給されるソースホロワ電流  $i_{sf}$  は一定値となる（図 19 (a) 参照）。

#### 【0071】

上述の発光素子駆動回路は CD-R、CD-RW、DVD-R、DVD-RW 等のプレーヤーに適用することができるが、これらのプレーヤーでは、信号読出時に発光素子  $10$  に電流を供給する。このような信号読出時の駆動電流が供給される経路をリードチャネルとする。

#### 【0072】

図 15 は、図 14 に示したソースホロワ回路  $50$  をリードチャネルに接続した発光素子駆動回路の回路図である。発光素子  $10$  には、リード電流  $i_r$  とソースホロワ電流  $i_{sf}$  が供給される。リード電流  $i_r$  は 2 つの並列ラインを有するカレントミラー回路の一方のラインを電源  $V_{dd}$  から流れる電流である。この一方のラインは P-MOS 型のトランジスタ  $m5$  のチャネルを流れる電流の経路である。当該カレントミラー回路の他方のラインは、電源  $V_{dd}$  から P-MOS 型のトランジスタ  $m4$ 、P-MOS 型のトランジスタ  $m3$  及び抵抗  $r1$  を介してグランドに接続されている。カレントミラー回路を流れる電流は、トランジスタ  $m3$  のゲートに印加する電圧（ゲート／ソース間電圧）を制御することにより、制御することができる。

#### 【0073】

トランジスタ  $m3$  のゲートはオペアンプ  $op1$  の出力端子に接続されているため、オペアンプ  $op1$  の非反転入力端子に入力電圧  $v_{in}$  を入力すると、オペアンプ  $op1$  の出力端子電位が高くなり、カレントミラー回路の上記他方のラインに流れる電流が増加し、これに比例した電流が一方のラインにリード電流  $i_r$  として流れる。なお、トランジスタ  $m3$  を流れる電流が増加すると、抵抗  $r1$  を流

れる電流が増加し、ソース電位が上昇することでゲート／ソース間電圧が減少し、また、オペアンプ  $op1$  の反転入力端子と非反転入力端子との間の瞬時的な電圧も減少するので、オペアンプ  $op1$  による他方のラインの電流増加にはフィードバックがかかり、入力電圧に対してリード電流が直線的に増加化する（図 19 (b) 参照）。なお、オペアンプ  $op1$  の非反転出力端子とグランドとの間には抵抗  $r2$  が接続されている。

#### 【0074】

負荷としての発光素子 10 に供給される電流  $i_L$  は、図 19 (b) に示すリード電流  $i_r$  と、ソースホロワ電流  $i_{sf}$  の加算電流となる。リード電流  $i_r$  は入力電圧  $v_{in}$  により制御されるが、ソースホロワ電流  $i_{sf}$  は入力電圧  $v_{in}$  によって制御されているわけではないので、図 19 (c) に示す通り、入力電圧  $v_{in}$  が 0 V であっても、出力電流  $i_L$  は一定レベルのソースホロワ電流  $i_{sf}$  を含むこととなる。このような電流が予め供給されていることに問題はないが、無用の電力消費を低減するため、ソースホロワ電流  $i_{sf}$  も入力電圧  $v_{in}$  に応じて可変することが好ましい。

#### 【0075】

以下、かかる構成の回路の説明に先立って、まず、ソースホロワ電流  $i_{sf}$  を入力電圧  $v_{in}$  とは独立して変化させるソースホロワ回路 50 について説明する。

#### 【0076】

図 16 は図 14 に示した発光素子駆動回路におけるトランジスタ  $m2$  に可変電流  $i_1$  を供給する電流源  $S_{i1}$  を付加した発光素子駆動回路の回路図である。ソースホロワ電流  $i_{sf}$  と可変電流  $i_1$  は、実用的電流範囲において、略比例関係にある。P-MOS 型のトランジスタからなる電流源  $S_{i1}$  の可変電流  $i_1$  は、そのゲート電位を制御する可変電源  $v_1$  の出力電圧を調整することで、制御することができる。このようなソースホロワ回路 50 を上述のいずれかの発光素子駆動回路と組み合わせれば、ソースホロワ電流  $i_{sf}$  を変化することができる。

#### 【0077】

次に、ソースホロワ電流  $i_{sf}$  が入力電圧  $v_{in}$  に連動して変化するソースホ

ロワ回路について説明する。

#### 【0078】

図17は、かかる機能を奏する発光素子駆動回路の回路図である。図15に示したものの相違点は、その電流源  $i_1$  が、2つのトランジスタ  $m_7$ 、 $m_8$  からなるカレントミラー回路50によって構成されている点と、入力側トランジスタ  $m_7$  に対して直列にトランジスタ  $m_6$  が接続されており、且つ、トランジスタ  $m_6$  はトランジスタ  $m_3$  に対しては並列に接続され、トランジスタ  $m_6$  のゲートに  $m_3$  と同一の電圧が入力されている点である。トランジスタ  $m_6$  を流れる電流は、トランジスタ  $m_3$  とのトランジスタサイズ比に比例する。

#### 【0079】

トランジスタ  $m_3$  を流れる電流は、発光素子10に供給される電流  $i_r$  に比例するが、これらは入力電圧  $v_{in}$  に比例する。トランジスタ  $m_3$  を流れる電流は入力電圧  $v_{in}$  に比例するので、トランジスタ  $m_6$  を流れる電流が入力電圧  $v_{in}$  に比例し、これと対を成すカレントミラー回路のトランジスタ  $m_8$  を流れる電流が入力電圧  $v_{in}$  に比例し、このカレントミラー回路を電流源とするソースホロワ回路50のソースホロワ電流  $i_{sf}$  が入力電圧  $v_{in}$  に比例して制御される(図19(d)、図19(e)参照)。

#### 【0080】

負荷となる発光素子10を流れる電流  $i_L$  は、可変電流  $i_r$  とソースホロワ電流  $i_{sf}$  と和であるため、この電流  $i_L$  は、図19(f)に示すように、入力電圧  $v_{in}$  に比例するようになる。

#### 【0081】

なお、トランジスタ  $m_7$  はP-MOS型であり、そのドレインは、N-MOS型のトランジスタ  $m_6$  のドレインに接続されている。トランジスタ  $m_8$  もP-MOS型である。トランジスタ  $m_6$  の下流側の節点は、トランジスタ  $m_3$  下流側と抵抗  $r_1$  との節点であり、トランジスタ  $m_6$  とトランジスタ  $m_3$  を流れる電流は共に抵抗  $r_1$  を流れ、これらの流れる電流の増加に伴って当該節点電位が上昇し、電流の過度の増加が抑制される。

#### 【0082】



図18は図17と同一の機能を奏する発光素子駆動回路の回路図である。この回路では、図17に示したトランジスタm7をトランジスタm4で代用しており、この場合、トランジスタm6はトランジスタm3と共通となるため、当然必要なくなる。

#### 【0083】

図18及び図19の回路によれば、入力  $v_{in}$  が0 (V) のときに、負荷電流  $i_L$  を0 (A) とすることができる。また、ユーザーはソースホロワ電流  $i_{sf}$  を意識する必要がなくなり、この回路を使用した回路設計が容易となる。

#### 【0084】

図18又は図19に示した回路と、上述のワンショット回路を含む回路とを組み合わせる場合、発光素子10に電流を供給するカレントミラー回路の入力側のラインへ電流を供給する電流源（トランジスタm3）を接続し、この電流源を流れる電流に、上記ソースホロワ回路を流れる電流が比例するように、各回路を接続すればよい。例えば、図10に示した回路であれば、トランジスタCSQ1をトランジスタm3となるように、ソースホロワ回路50を接続すればよく、この場合には、発光素子10に供給されるパルス電流の振幅、すなわち波高値をトランジスタm3を制御することで決定することができる。なお、トランジスタm3を、トランジスタCSQ1とは別要素としてこれに並列に接続すると、発光素子10に供給されるパルス電流の直流レベルを決定することができる。

#### 【0085】

上述のように、図17及び図18に示した発光素子駆動回路は、上記カレントミラー回路のラインの一方（トランジスタM2側ライン：図10参照）に接続されたソースホロワ回路50と、ソースホロワ回路50を流れる電流がカレントミラー回路の他方（トランジスタM1側ライン：図10参照）を流れる電流に略比例するように設定する電流設定回路（m8, m7, m6, m3, op1, r1, r2）とを備えることが好ましい。ここで、略とは、厳密な理論式通りではないことを意味し、数%は関係がずれるものを意味する。この場合、電流設定回路において設定を行うだけで、発光素子10にカレントミラー回路から供給される電流  $I_r$  と、ソースホロワ回路50から供給される電流  $i_{sf}$  とを略比例させる

ことができる。すなわち、カレントミラー回路から発光素子 10 に供給する電流が略零の場合には、ソースホロワ回路から発光素子 10 に供給される電流も略零となる。

#### 【0086】

また、上述の電流設定回路は、上記カレントミラー回路の他方のラインに設けられた電流制御用のトランジスタ m3 を有し、このトランジスタ m3 の制御端子（電界効果トランジスタにおいてはゲート、バイポーラトランジスタにおいてはベース）への入力によって、ソースホロワ回路 50 へ電流を供給する電流源 m8（m7）が制御されるように、このトランジスタ m3 とソースホロワ回路 50 とが接続されており、回路の構成が簡易となっている。

#### 【0087】

##### 【発明の効果】

本発明の発光素子駆動回路によれば、発光素子的高速駆動を行うことができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

第1実施形態に係る発光素子駆動回路の回路図である。

##### 【図2】

回路内で発生する各種出力のタイミングチャートである。

##### 【図3】

第2実施形態に係る発光素子駆動回路の回路図である。

##### 【図4】

回路内で発生する各種出力のタイミングチャートである。

##### 【図5】

立ち上がり時に1つのショットパルス電圧を出力するワンショット回路 31 の具体的な回路図である。

##### 【図6】

第3実施形態に係る発光素子駆動回路の回路図である。

##### 【図7】

回路内で発生する各種出力のタイミングチャートである。

【図 8】

第 4 実施形態に係る発光素子駆動回路の回路図である。

【図 9】

回路内で発生する各種出力のタイミングチャートである。

【図 10】

第 5 実施形態に係る発光素子駆動回路の回路図である。

【図 11】

光出力のタイミングチャートである。

【図 12】

第 6 実施形態に係る発光素子駆動回路の回路図である。

【図 13】

図 13 は立下り時に 1 つのショットパルス電圧を出力するワンショット回路 31 a の具体的な回路図である。

【図 14】

従来から知られる基本ソースホロワ回路の回路図である。

【図 15】

図 14 に示したソースホロワ回路をリードチャンネルに接続した発光素子駆動回路の回路図である。

【図 16】

図 14 に示した発光素子駆動回路におけるトランジスタ  $m2$  に可変電流  $i1$  を供給する電流源  $S i1$  を付加した発光素子駆動回路の回路図である。

【図 17】

発光素子駆動回路の回路図である。

【図 18】

図 17 と同一の機能を奏する発光素子駆動回路の回路図である。

【図 19】

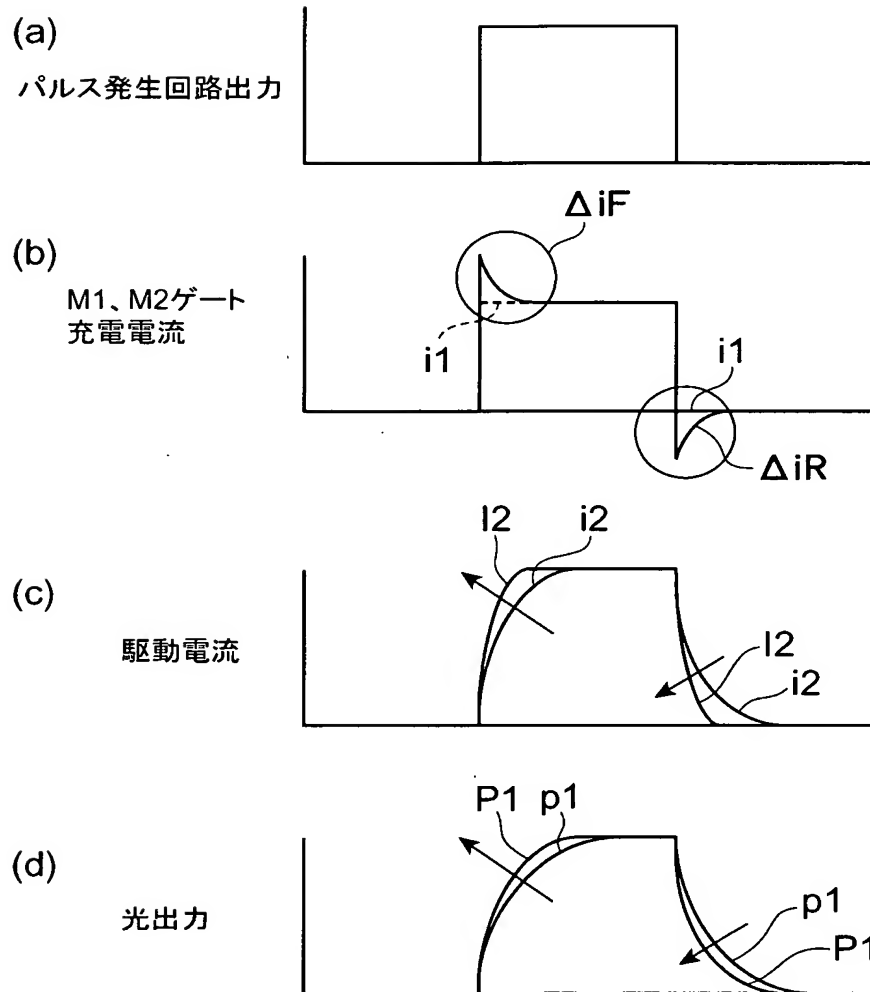
入力電圧と各種出力  $i s f$ 、 $i r$ 、 $i L$  との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

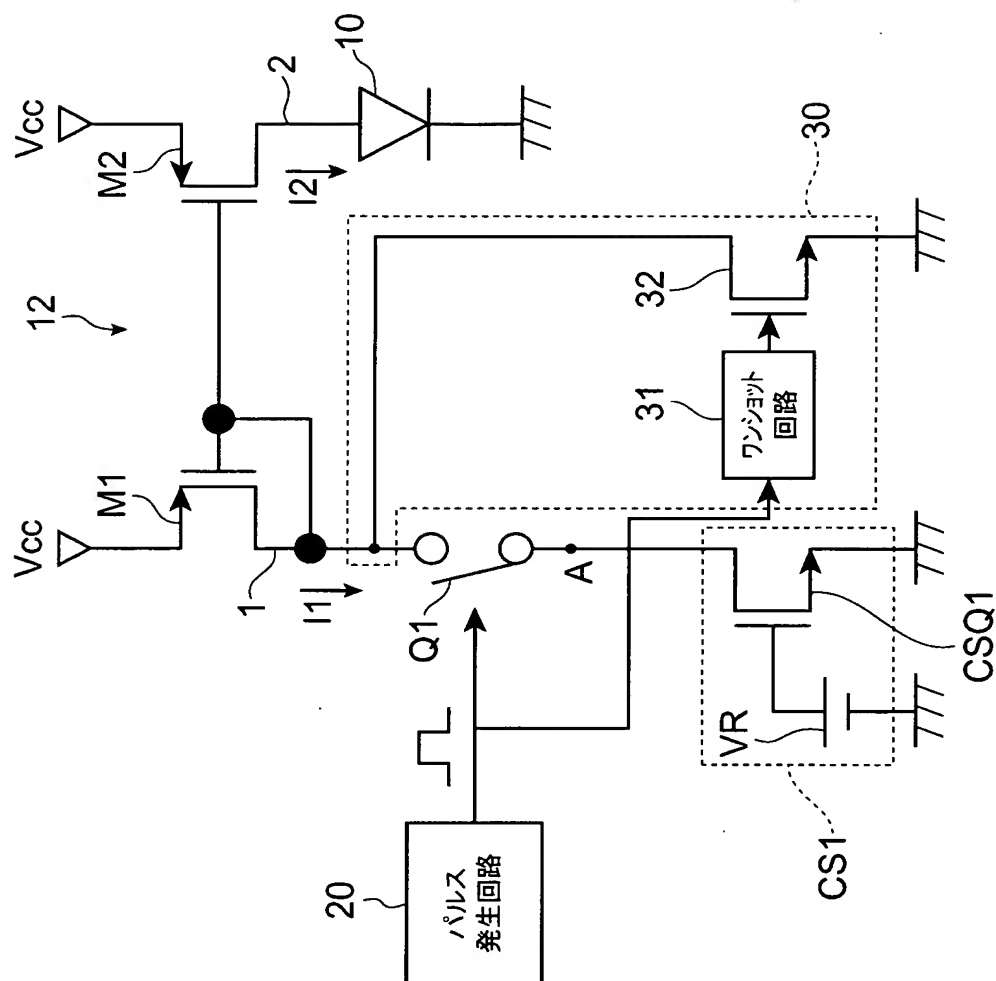
1…他方のライン、2…一方のライン、10…発光素子、12…カレントミラー回路、20…パルス発生回路、30…重畳手段、31…ワンショット回路、32…トランジスタ、40…波形整形回路、50…ソースホロア回路、51…電流源、52…電界効果トランジスタ、53…電界効果トランジスタC…キャパシタ、C1…キャパシタ、CS1…電流源、CSQ1, CSQ2…トランジスタ、M1, M2…トランジスタ、Q1…スイッチ、VR…電圧源、Vcc, Vdd…電源電位。



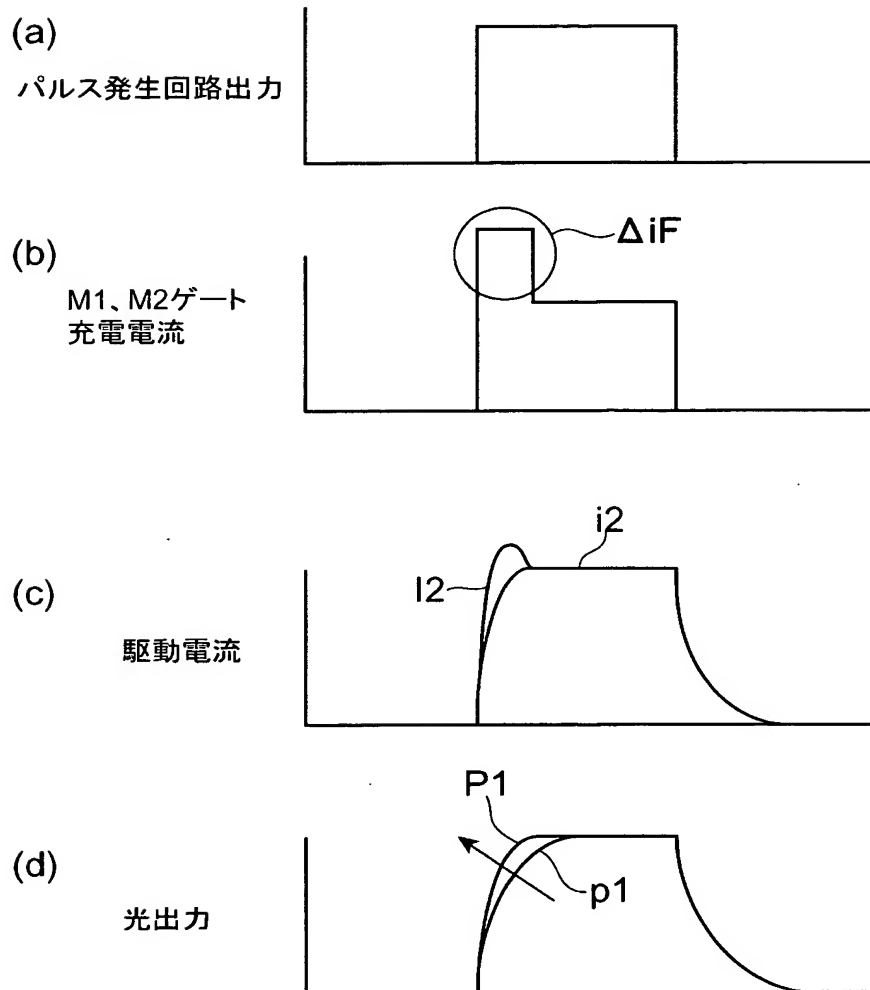
【図 2】



【図 3】

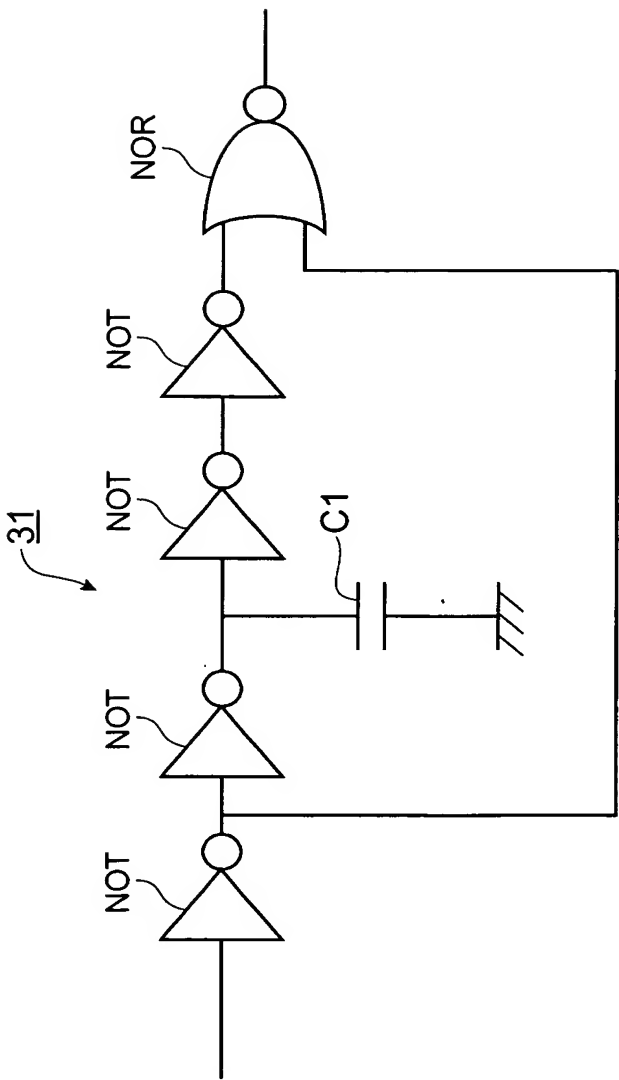


【図 4】

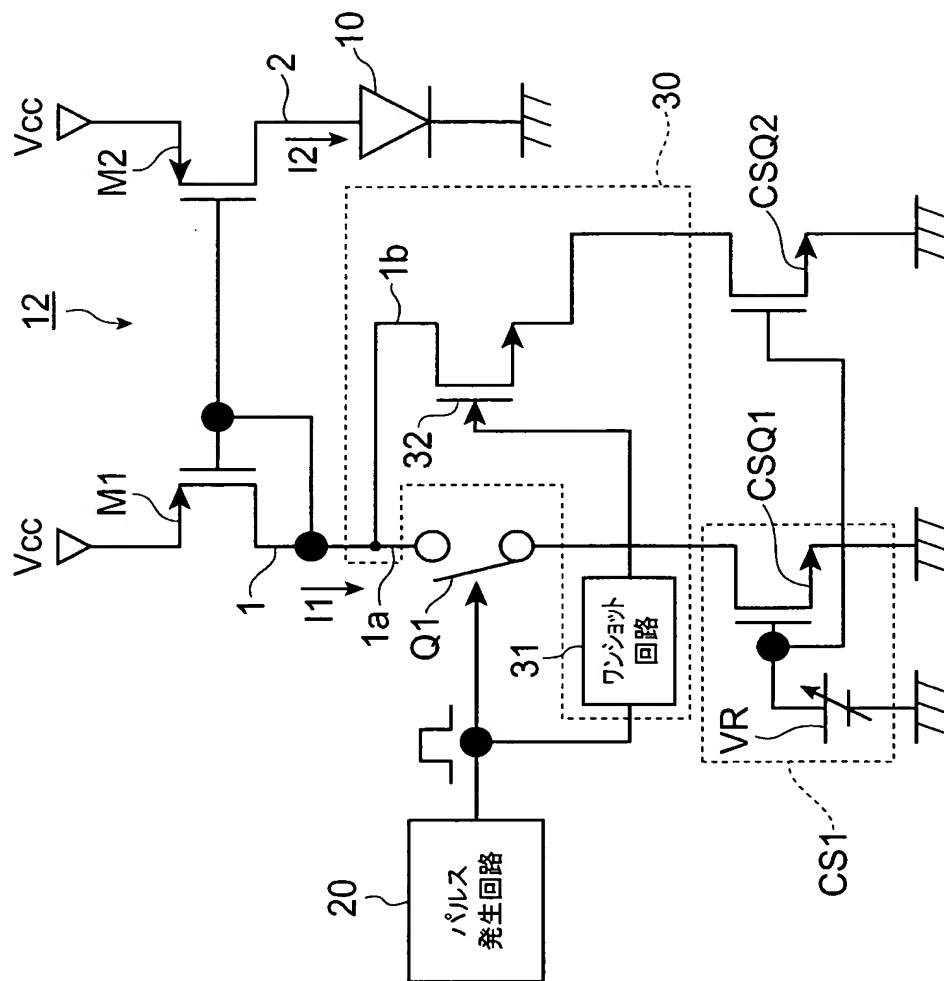




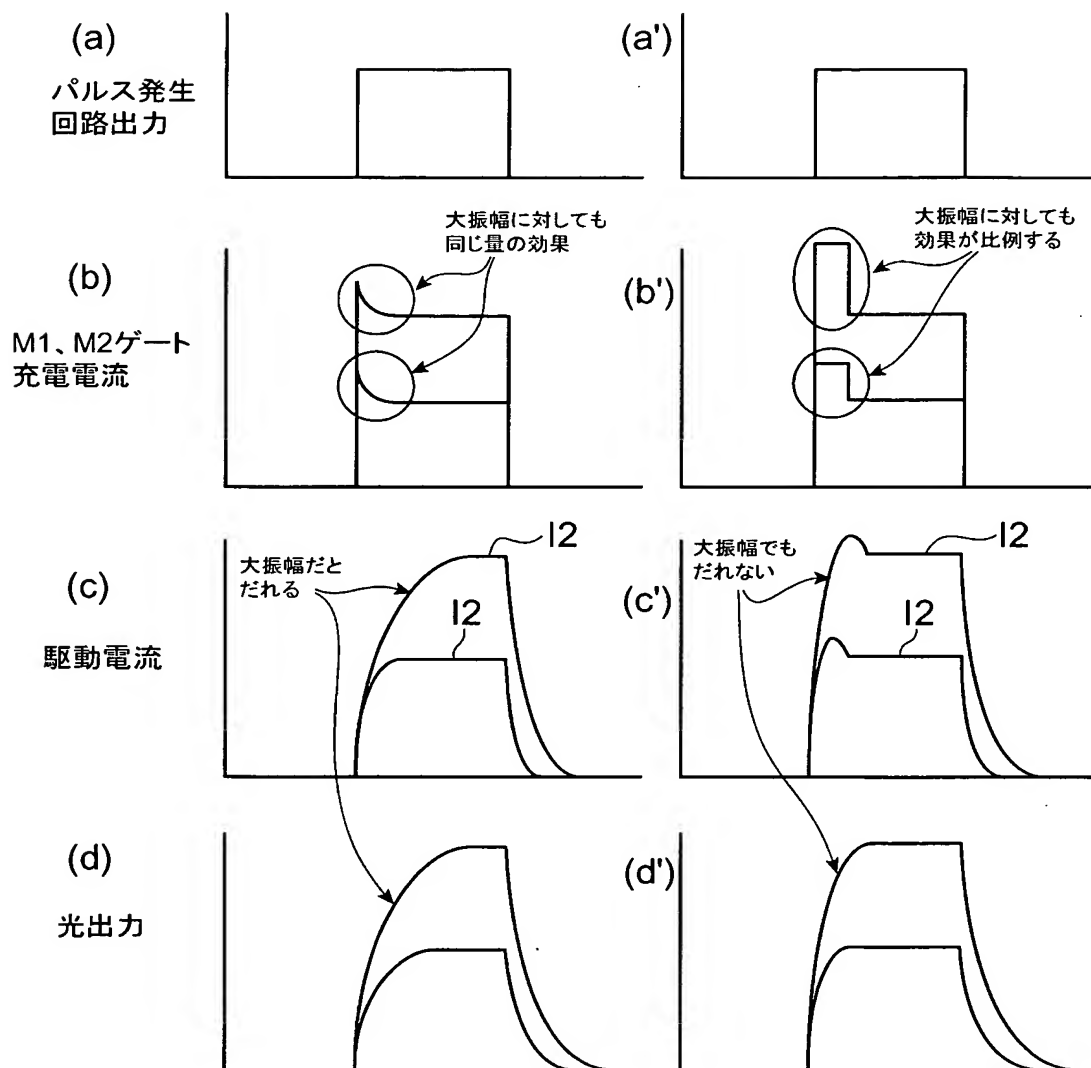
【図 5】



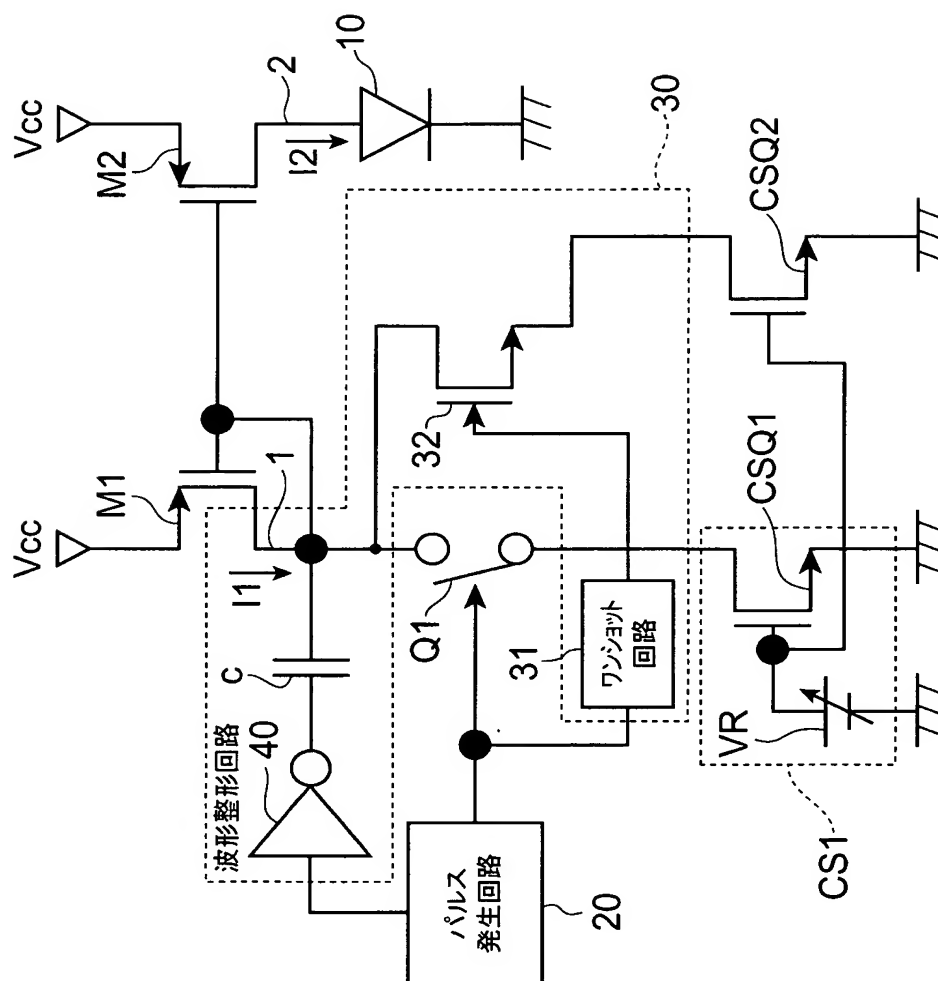
【図 6】



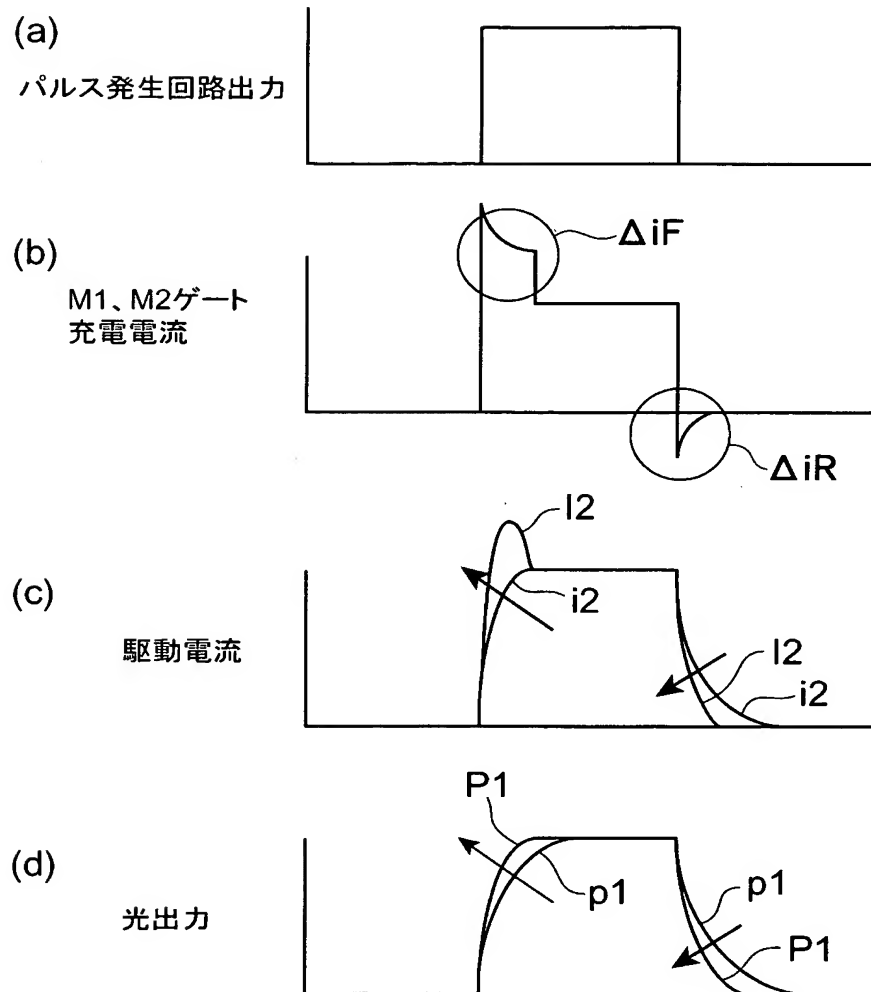
【図 7】



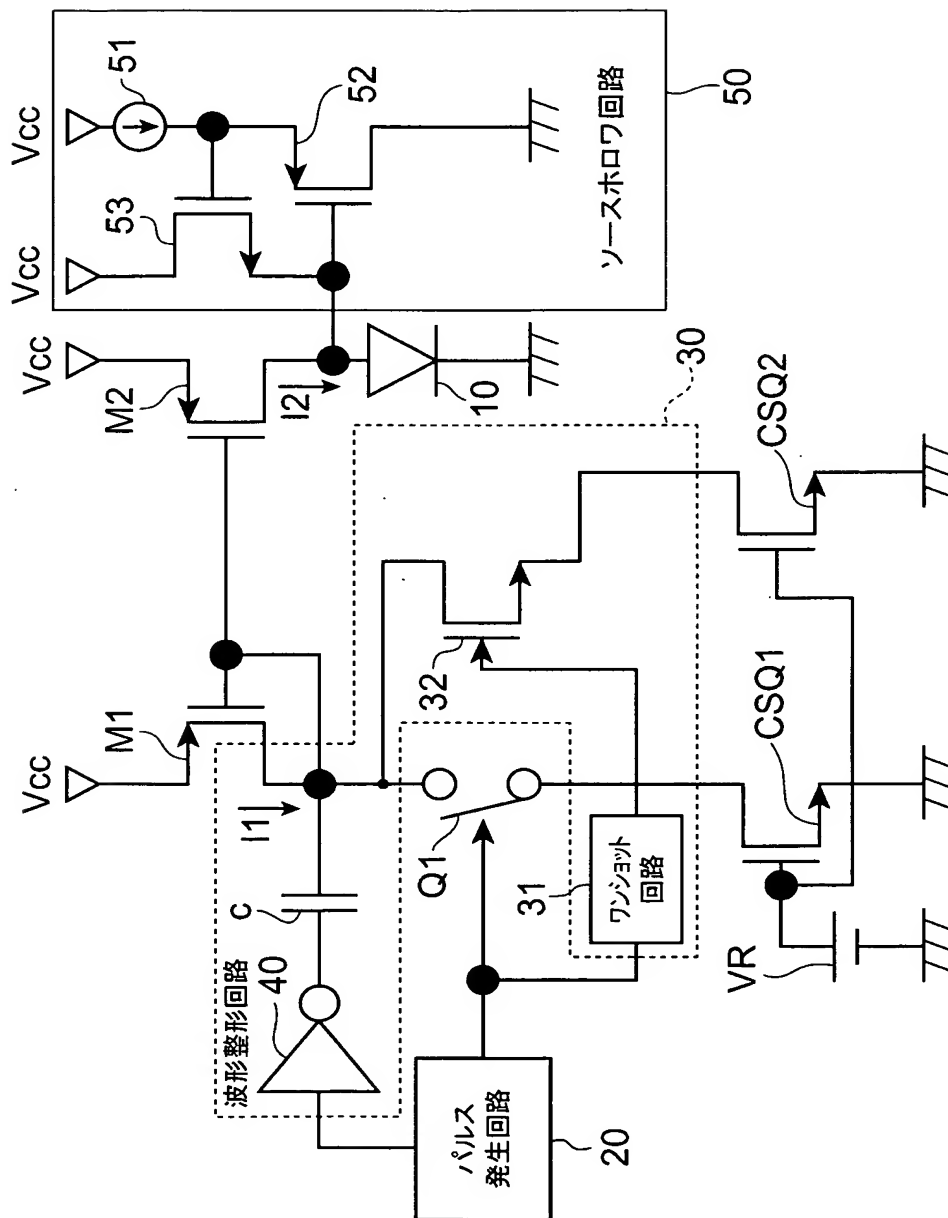
【图 8】



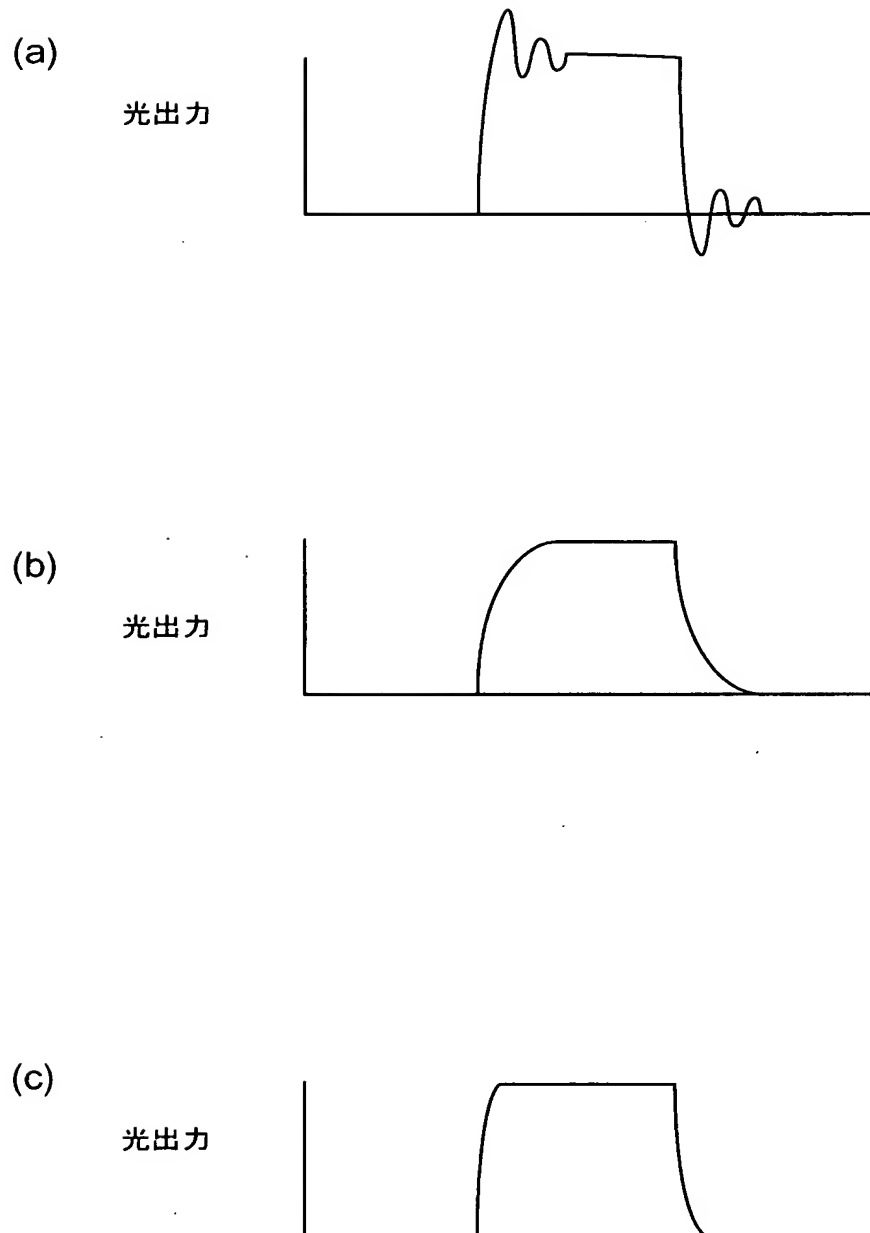
【図 9】



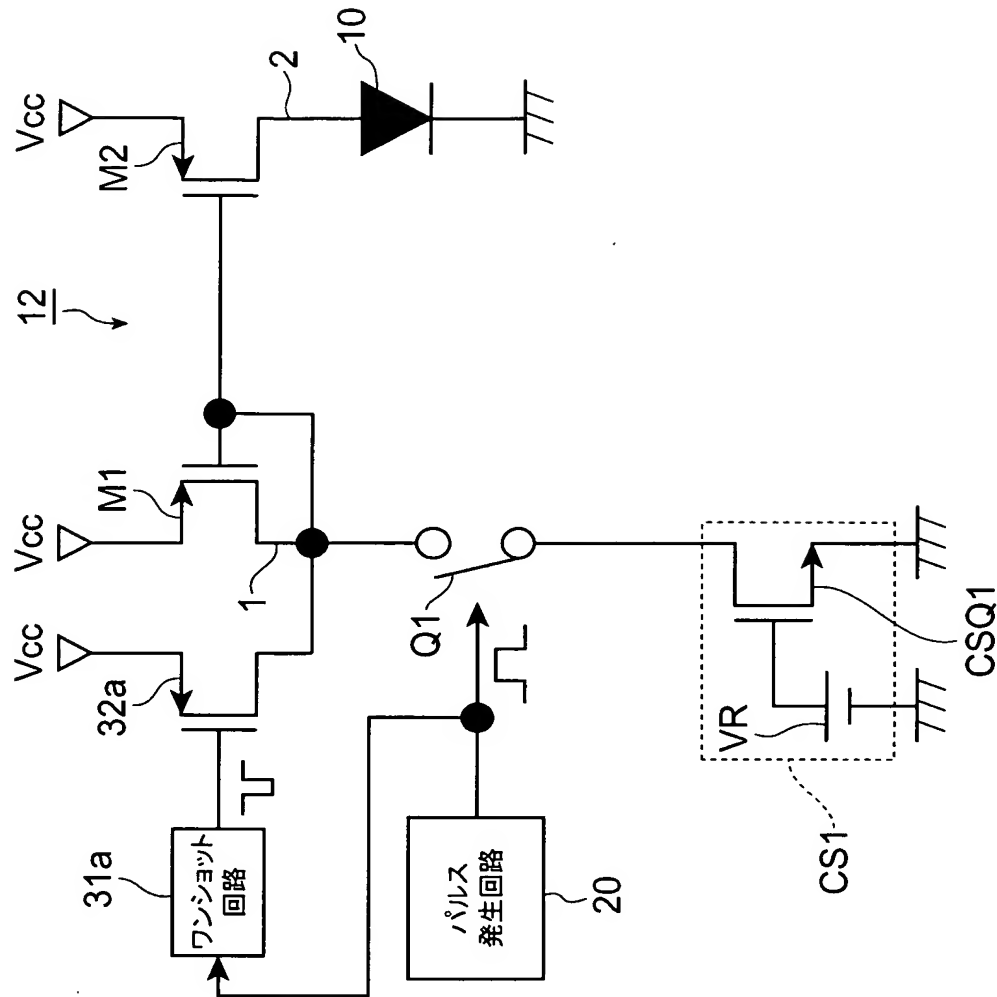
【図 10】



【図 11】

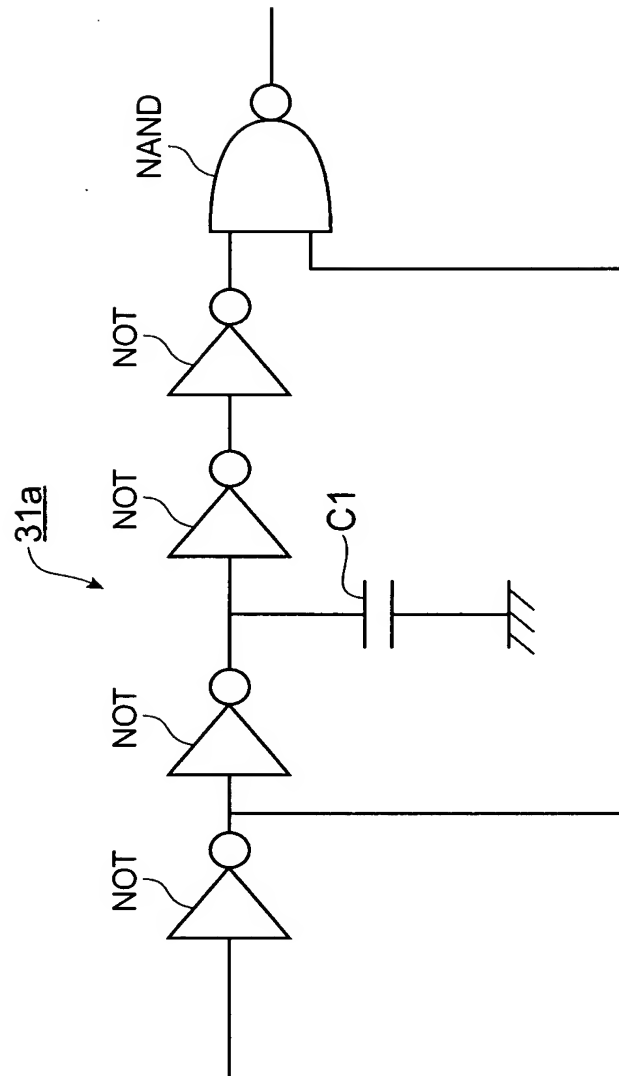


【図 12】

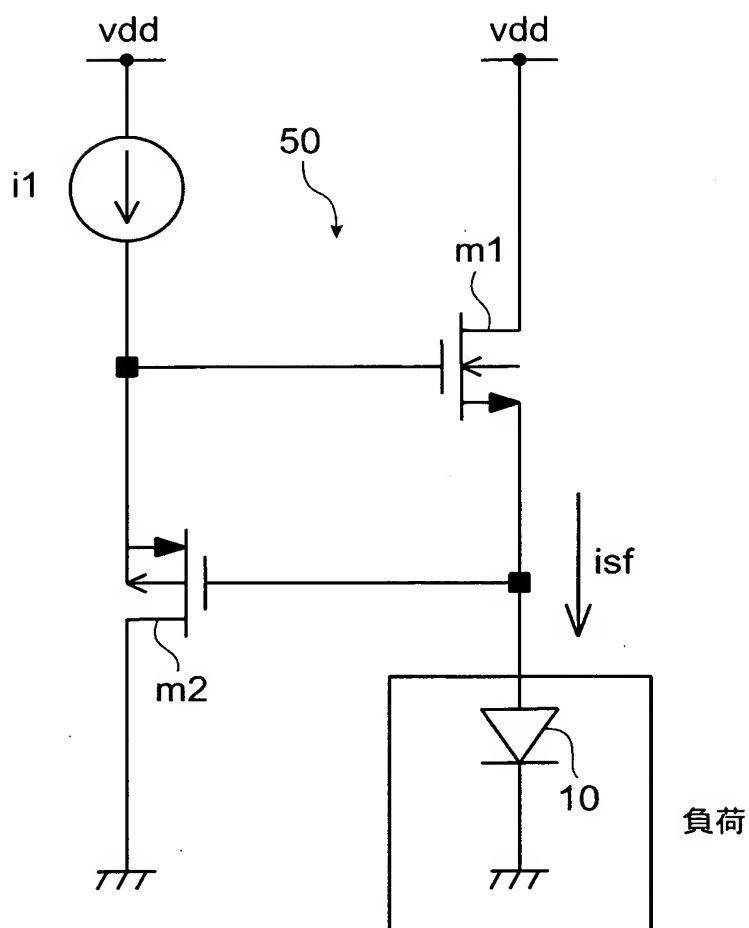




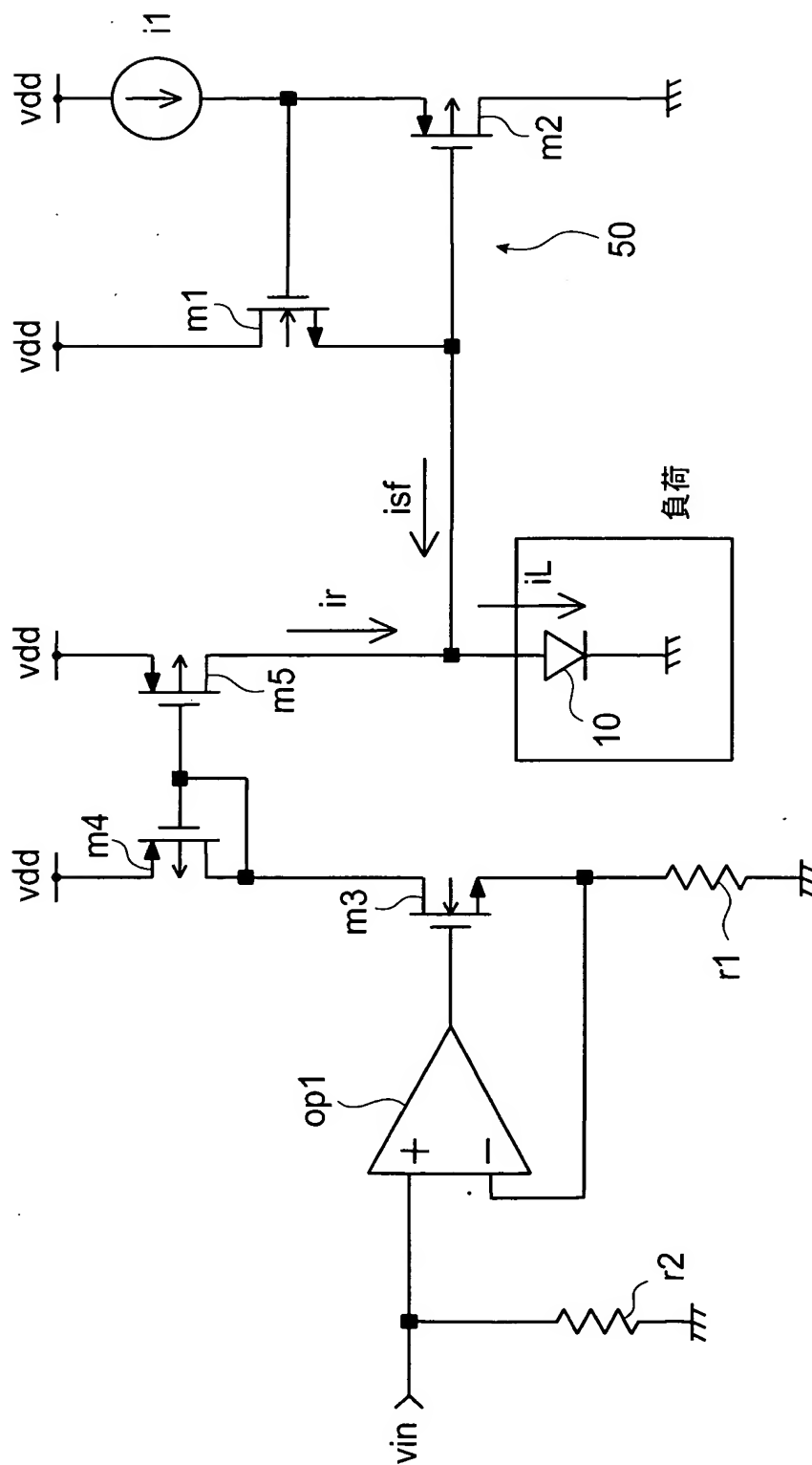
【図 13】



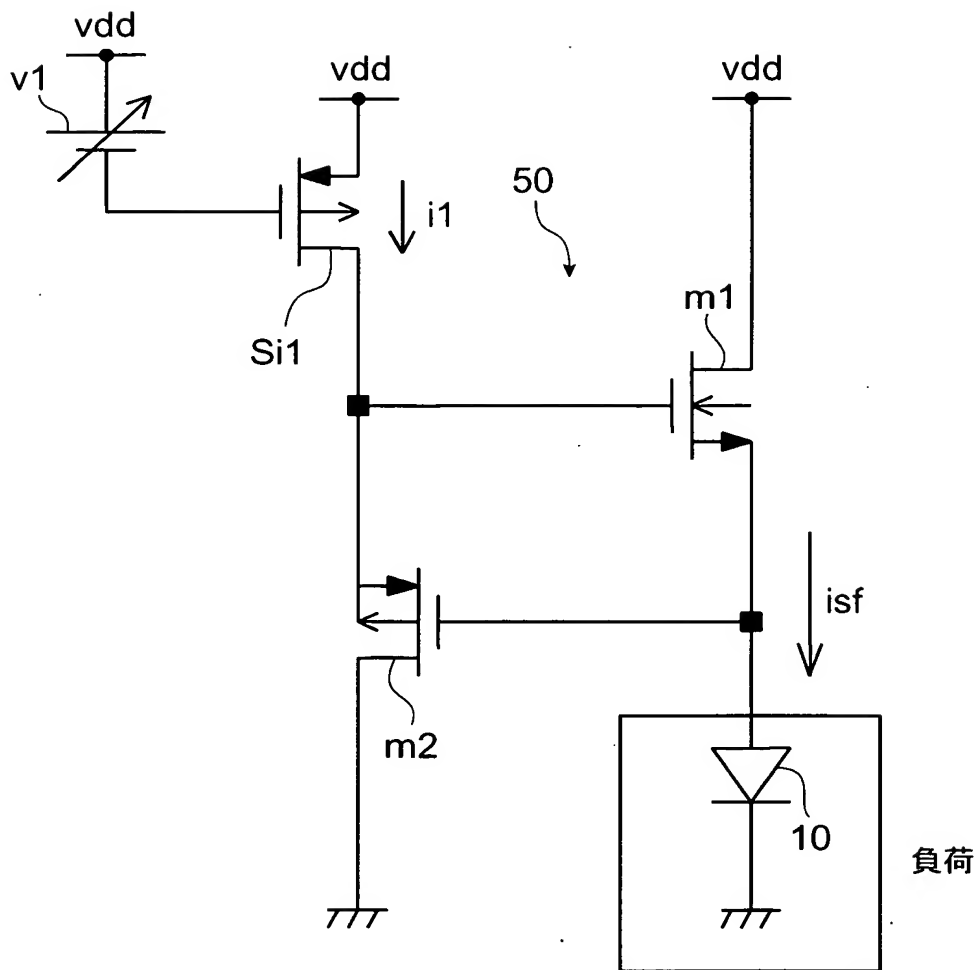
【図 14】



【図 15】

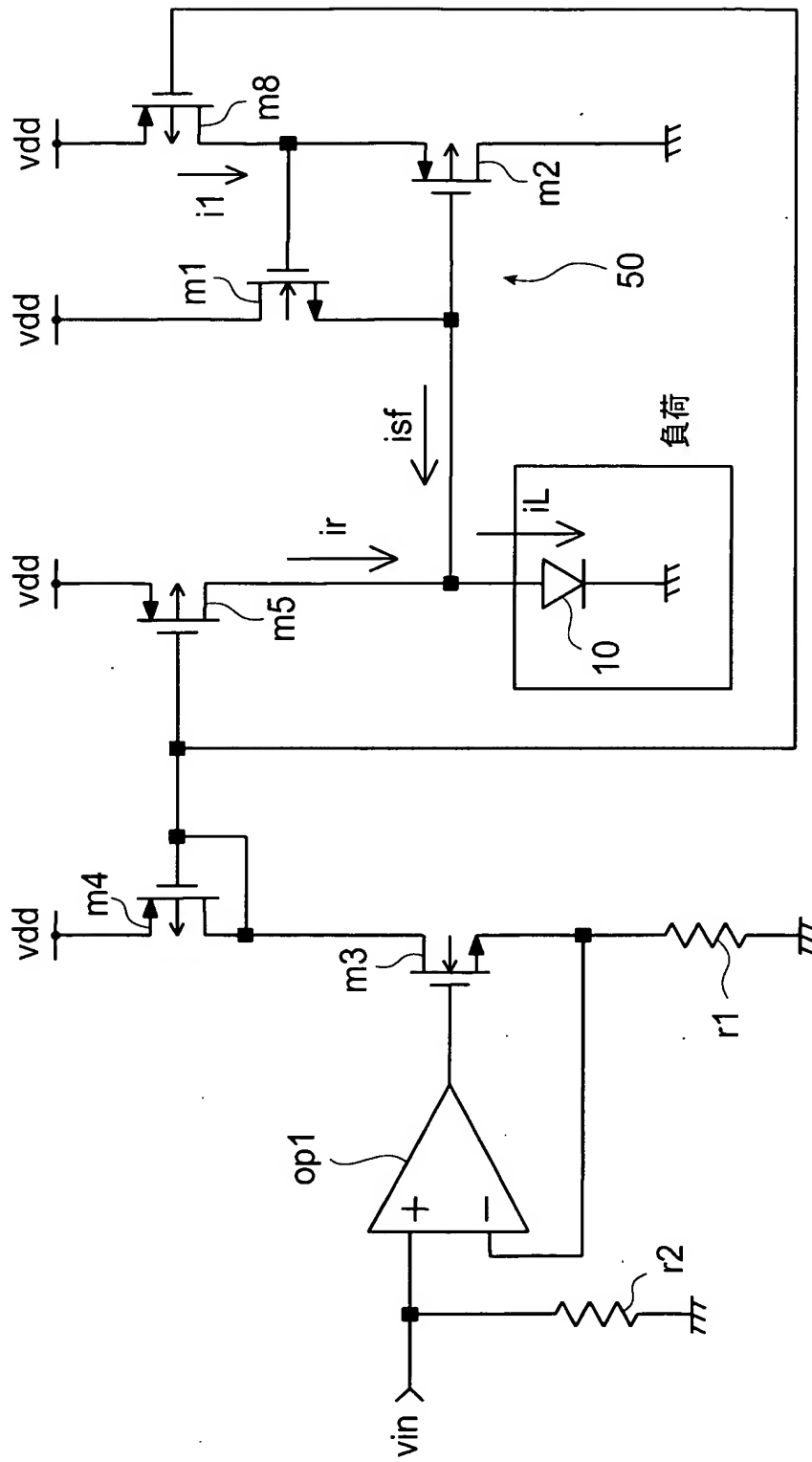


【図 16】

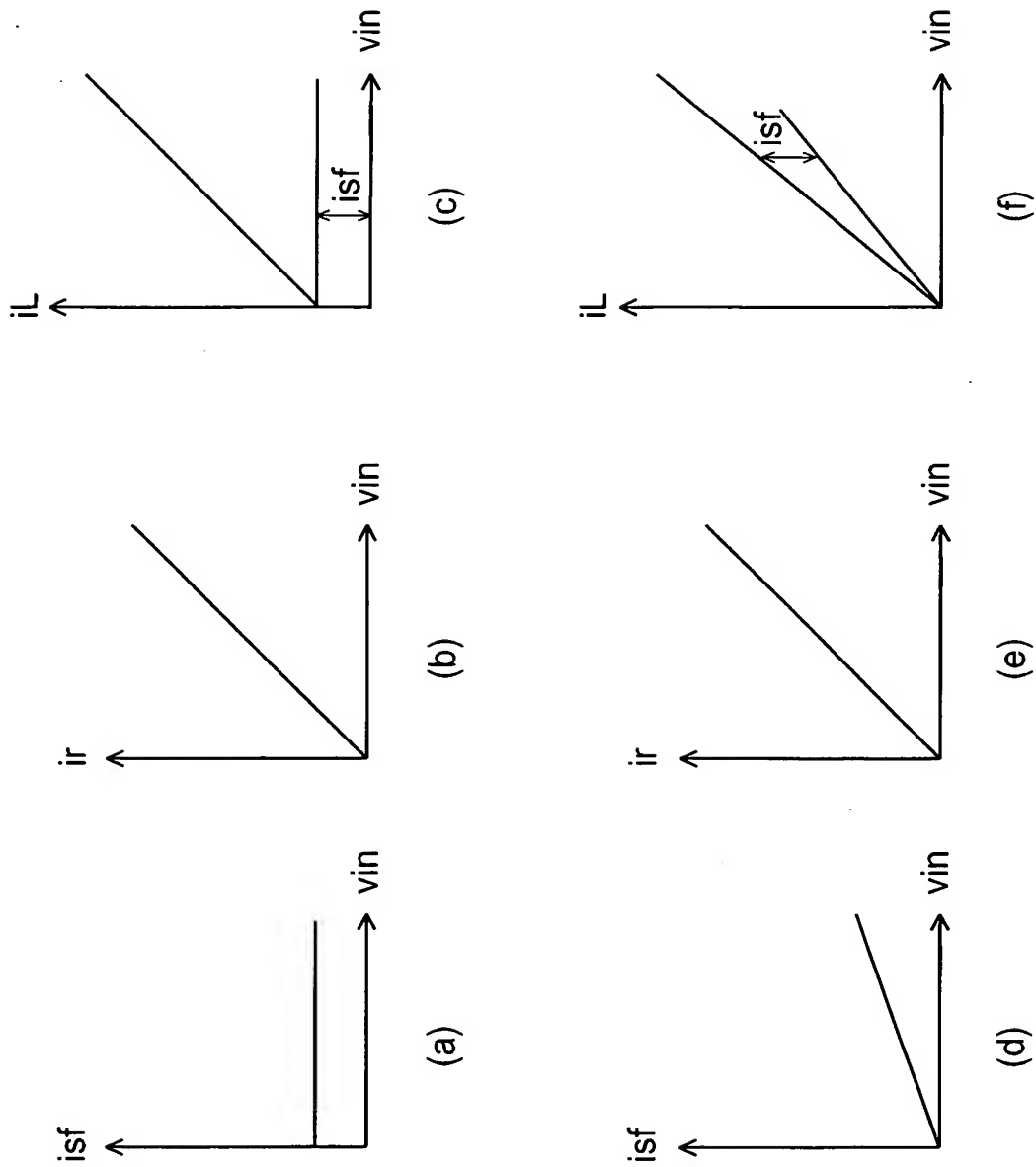




【図 18】



【図 19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 発光素子の高速駆動を行うことが可能な発光素子駆動回路を提供する

。

【解決手段】 本形態の発光素子駆動回路は、カレントミラー回路 12 の一方のライン 2 に接続された発光素子 10 に駆動電流  $I_2$  を供給する発光素子駆動回路において、他方のライン 1 にパルス電流が流れるように接続されたパルス発生回路 20 と、このパルス電流の立ち上がり時に同期してパルス電流に第 1 補助パルス電流を重畳する重畳手段 30 とを備えており、この重畳によって立ち上がり時間が高速になる。また、この駆動回路ではカレントミラー回路にはソースホロア回路を接続し、ソースホロア回路を流れる電流がカレントミラー回路の他方を流れる電流に略比例するように設定している。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 2 - 0 7 6 8 5 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 3 6 4 3 6 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1

氏 名

浜松ホトニクス株式会社